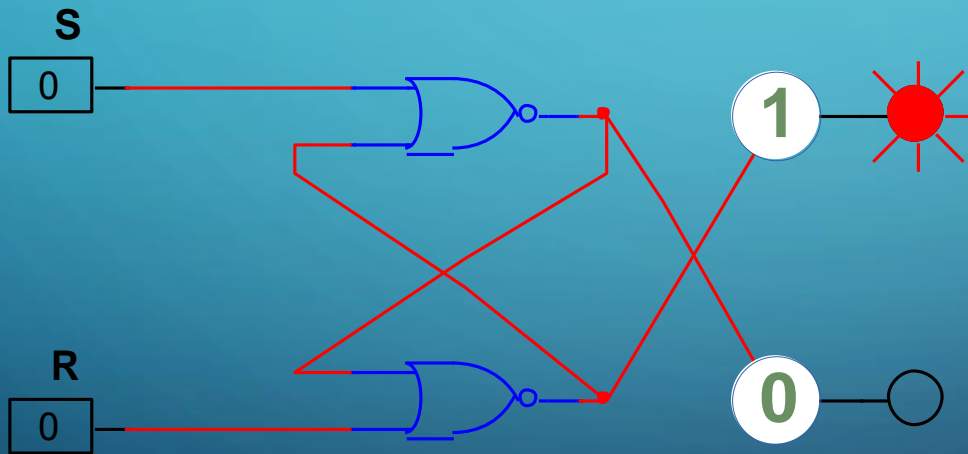
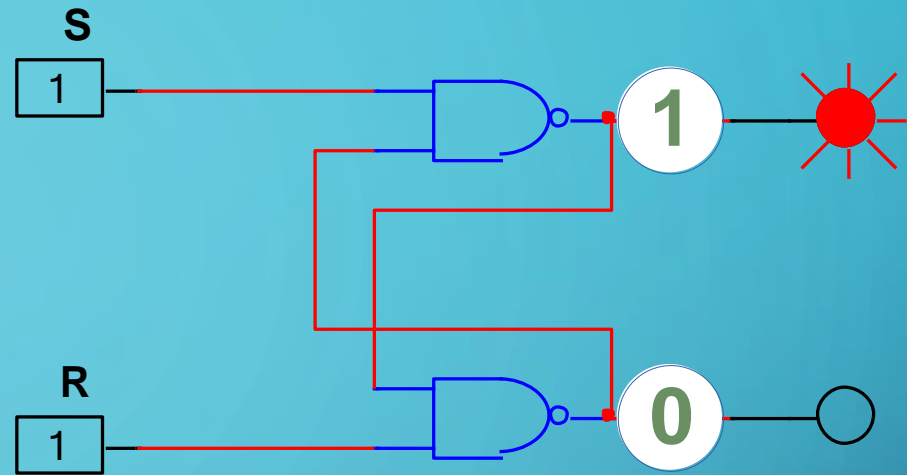




ΘΗΨ3

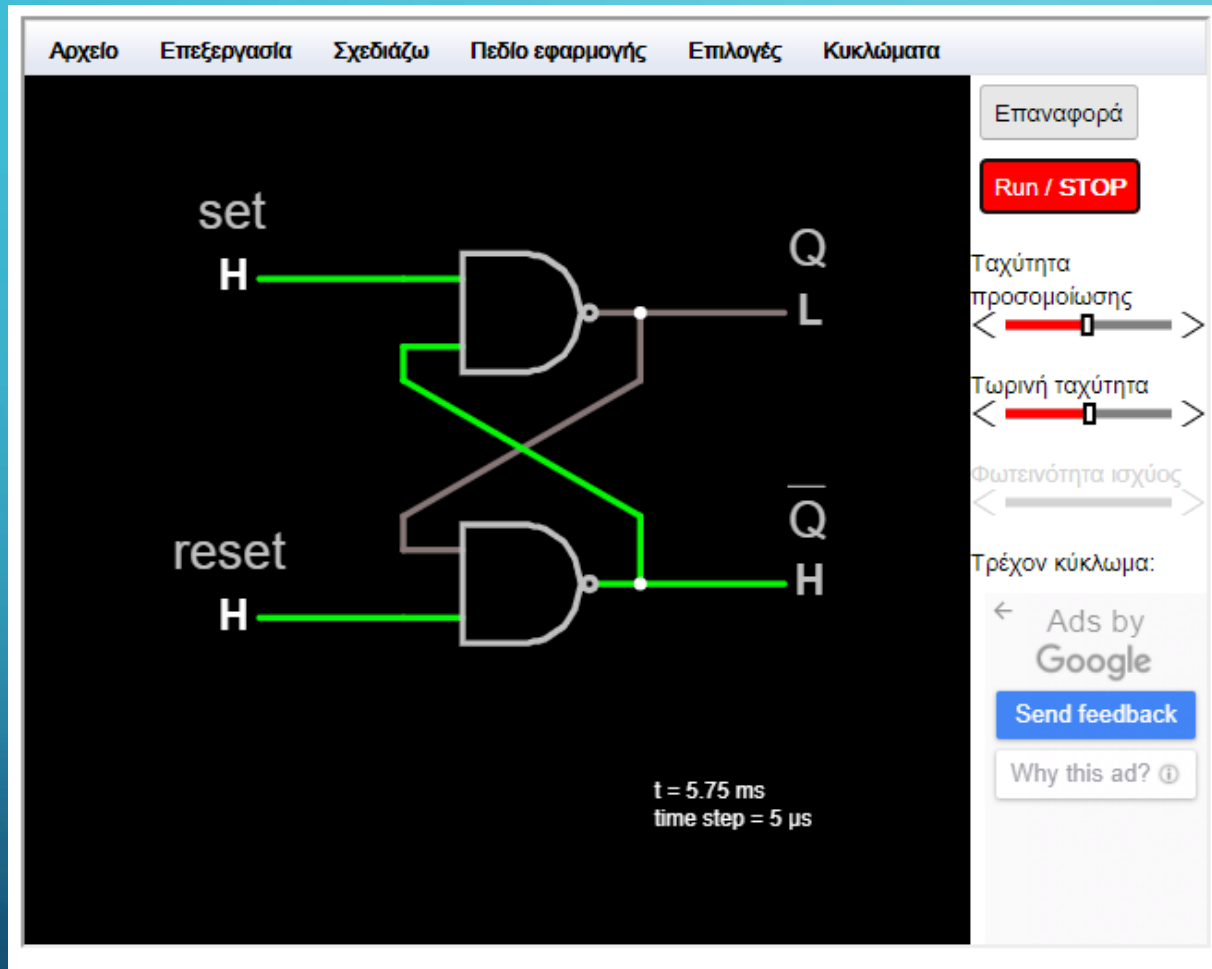
Ψηφιακά Ηλεκτρονικά



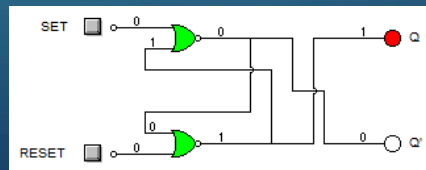
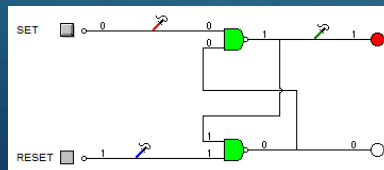
Flip-Flops (14π)

Άριστος Πασιάς 2023 - 2024
B ΤΕΣΕΚ Γρηγόρη Αυξεντίου Λεμεσού
Παρουσίαση 1

Ακολουθιακό λογικό κύκλωμα του SR FF



Αυτό το κύκλωμα είναι ένα **flip-flop** ή μάνταλο, το οποίο αποθηκεύει ένα bit μνήμης. Όσο οι εισοδοί Set και Reset παραμένουν στο High, οι έξοδοι παραμένουν στην προηγούμενη κατάσταση τους. Όταν η είσοδος Set πάει στο Low, η έξοδος Q πάει στο High και παραμένει στο High ακόμη και μετά την επιστροφή της Set στο High. Όταν η είσοδος Reset πάει στο Low, η έξοδος Q πάει στο Low και παραμένει στο Low ακόμη και μετά την επιστροφή της Reset στο High.



Χαρακτηριστικά των ΦΛΙΠ-ΦΛΟΠ (FF)

1. Τα Φλιπ Φλοπ είναι **δισταθείς πολυδονητές**, δηλαδή κυκλώματα που έχουν δύο σταθερές καταστάσεις εξόδου,

- i. High - ψηλό δυναμικό που αντιστοιχεί συνήθως στο λογικό 1 (SET)
- ii. Low - χαμηλό δυναμικό που αντιστοιχεί συνήθως στο λογικό 0 (RESET)

} **Θετική
Λογική**

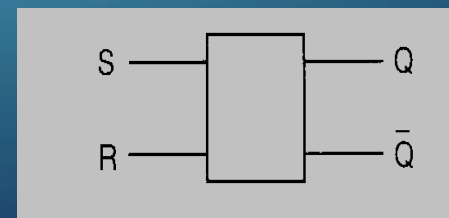
Οι καταστάσεις των εξόδων του FF παραμένουν σταθερές (κατάσταση μνήμης) και αλλάζουν μόνο όταν αλλάξουν οι είσοδοι, λαμβάνοντας υπόψη τη λογική κατάσταση στην οποία βρίσκονται οι έξοδοι τη στιγμή ακριβώς πριν εφαρμοστούν οι νέες λογικές καταστάσεις στις εισόδους

2. Όταν αναφερόμαστε στη λογική κατάσταση του FF εννοούμε την λογική κατάσταση της **εξόδου Q**. Το FF μπορεί να βρίσκεται σε δύο λογικές καταστάσεις:

- i. Q στο Λογικό 1 = ψηλό δυναμικό (High) SET
- ii. Q στο Λογικό 0 = χαμηλό δυναμικό (Low) RESET

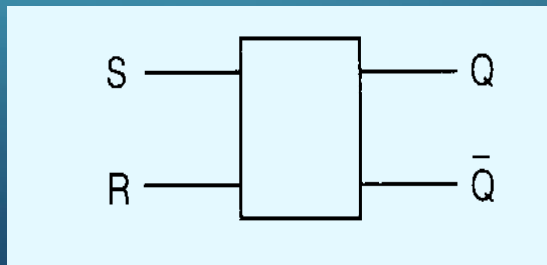
} **Θετική
Λογική**

3. Το βασικό σύμβολο του Φλιπ - Φλοπ

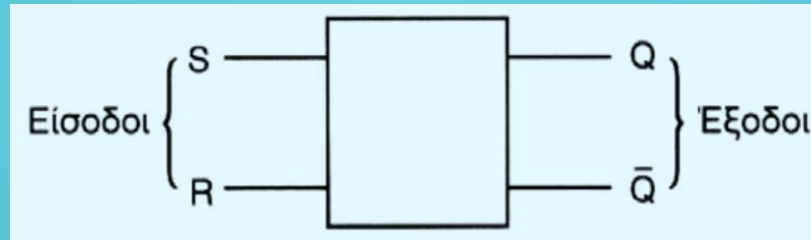


Χαρακτηριστικά των ΦΛΙΠ-ΦΛΟΠ (FF)

4. Τα φλιπ – φλοπς έχουν δυο εξόδους οι οποίες είναι μεταξύ τους συμπληρωματικές.
5. Οι ονομασίες των εξόδων δεν είναι τυποποιημένες. Συνήθως χρησιμοποιούνται τα γράμματα Q και \bar{Q}
6. Οι χαρακτηρισμοί των εισόδων των FFs γράφονται με καθορισμένα γράμματα ανάλογα με τον τύπο του FF.
7. Τα FFs βρίσκονται συνήθως στη μορφή των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων (Integrated Circuits - Ics).
8. Στα συνδυαστικά λογικά κυκλώματα και στα κυκλώματα με FFs δε σχεδιάζουμε την τροφοδοσία.



Χαρακτηριστικά των ΦΛΙΠ-ΦΛΟΠ (FF)



Είσοδοι:

S - Set Θετώ την έξοδο Q του FF στην κατάσταση 1 \Rightarrow **SET (Q = 1)**

R - Reset Θετώ την έξοδο Q του FF στην κατάσταση 0 \Rightarrow **RESET (Q = 0)**

Οι δυο έξοδοι Q και \bar{Q} είναι συμπληρωματικές

$Q = 1$ & $\bar{Q} = 0$ ΤΟ FF ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΤΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ SET

$Q = 0$ & $\bar{Q} = 1$ ΤΟ FF ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΤΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ RESET

Θετική
Λογική

Συνδυαστικά – Ακολουθιακά λογικά κυκλώματα

- Τα **συνδυαστικά λογικά** κυκλώματα είναι τα κυκλώματα των οποίων η έξοδος ή οι έξοδοι εξαρτώνται **μόνο** από τη λογική κατάσταση των εισόδων τους.

Παράδειγμα : Αθροιστές, Πολυπλέκτες, Κωδικοποιητές, Μετατροπείς κώδικα κ.α.

- Τα **ακολουθιακά λογικά** κυκλώματα είναι τα κυκλώματα των οποίων η έξοδος ή οι έξοδοι εξαρτώνται **όχι μόνο** από τη λογική κατάσταση των εισόδων τους αλλά και από την λογική κατάσταση στην οποία βρίσκονταν οι έξοδοι τη στιγμή πριν εφαρμοστούν οι νέες λογικές καταστάσεις στις εισόδους

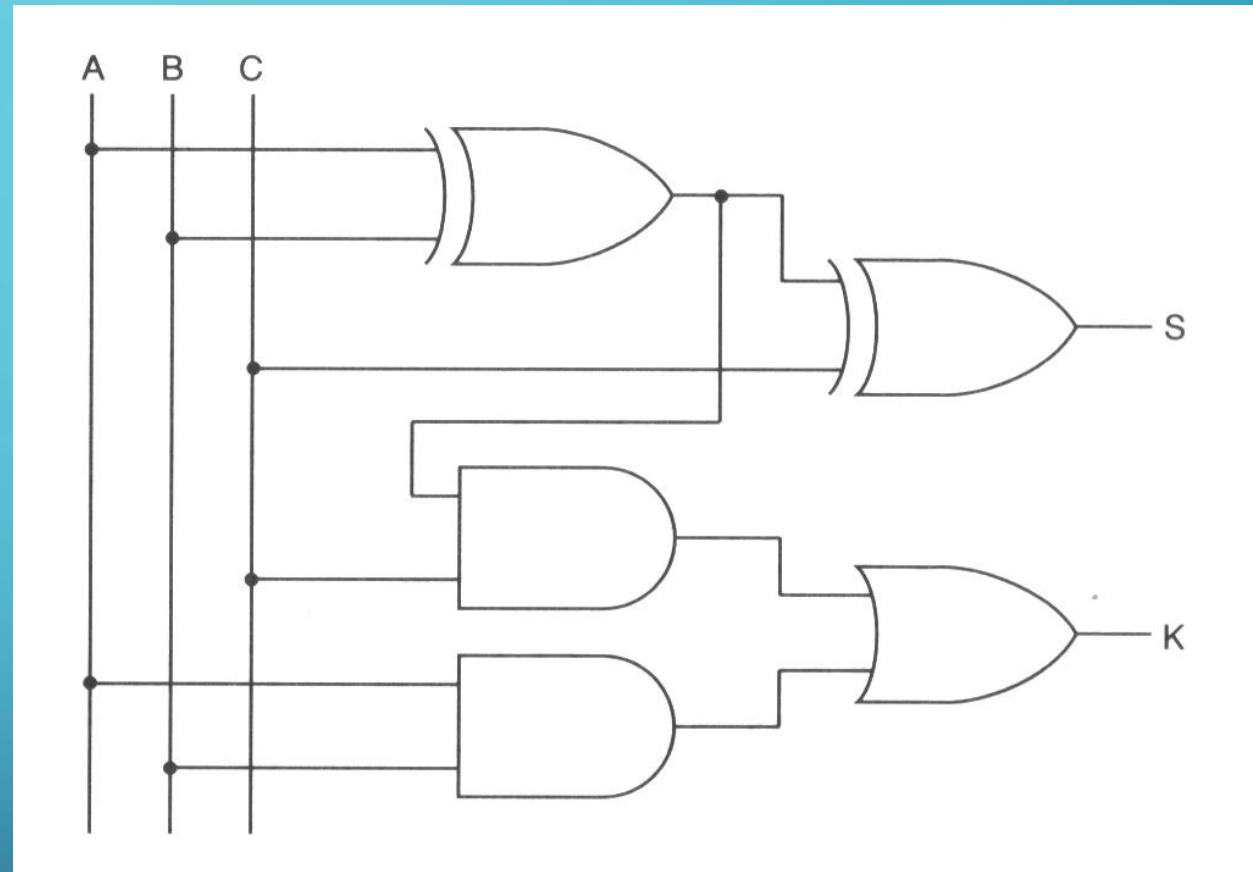
Παράδειγμα : Φλιπ-φλοπς, καταχωρητές, απαριθμητές

- Τα ακολουθιακά λογικά κυκλώματα έχουν την ιδιότητα μνήμης και μπορούν να αποθηκεύσουν πληροφορίες .
- Το βασικό στοιχείο των ακολουθιακών κυκλωμάτων είναι το Φλιπ-Φλοπ (Flip – Flop ,FF).

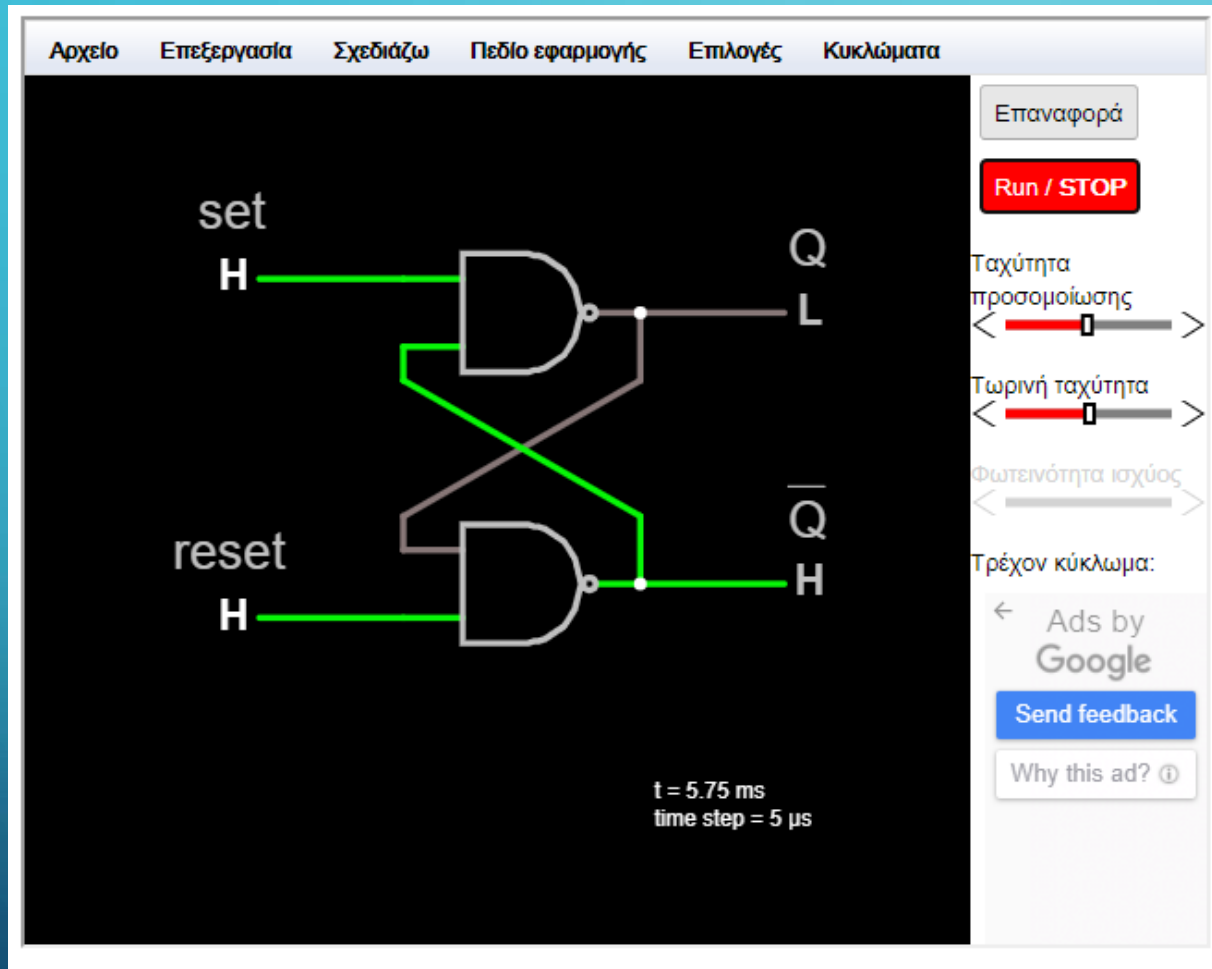
Συνδυαστικό λογικό κύκλωμα του Αθροιστή

$$\begin{aligned} S &= \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C} + ABC \\ &= \bar{C}(\bar{A}B + A\bar{B}) + C(\bar{A}\bar{B} + AB) \\ &= \bar{C}(A \oplus B) + C(A \oplus B) \\ &= (A \oplus B) \oplus C \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= \bar{A}BC + A\bar{B}C + AB\bar{C} + ABC \\ &= AB(C + \bar{C}) + C(\bar{A}B + A\bar{B}) \\ &= AB + C(A \oplus B) \end{aligned}$$



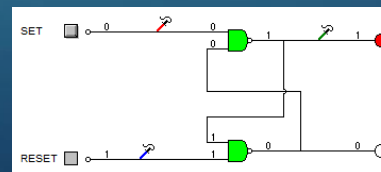
Ακολουθιακό λογικό κύκλωμα του SR FF



Αυτό το κύκλωμα είναι ένα **flip-flop** ή μάνταλο, το οποίο αποθηκεύει ένα bit μνήμης. Όσο οι εισοδοί Set και Reset παραμένουν στο High, οι έξοδοι παραμένουν στην προηγούμενη κατάσταση τους.

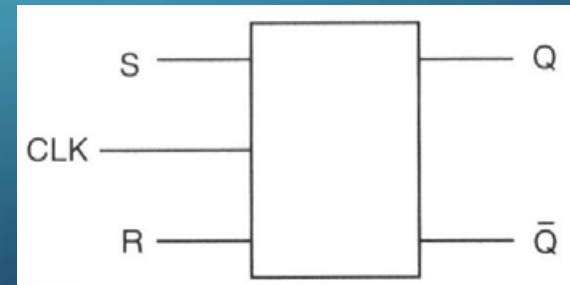
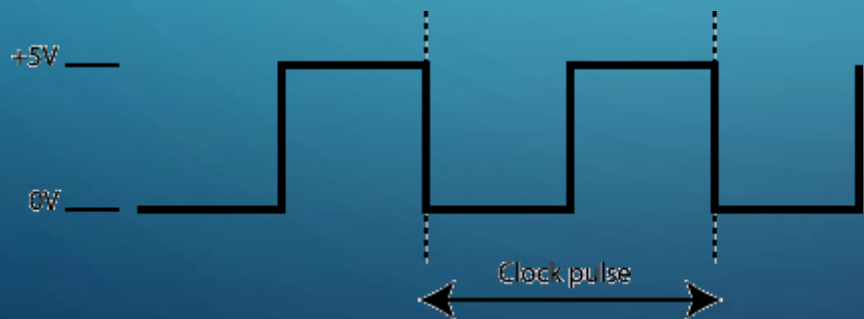
Όταν η είσοδος Set πάει στο Low, η έξοδος Q πάει στο High και παραμένει στο High ακόμη και μετά την επιστροφή της Set στο High.

Όταν η είσοδος Reset πάει στο Low, η έξοδος Q πάει στο Low και παραμένει στο Low ακόμη και μετά την επιστροφή της Reset στο High.



Κατηγορίες των FF

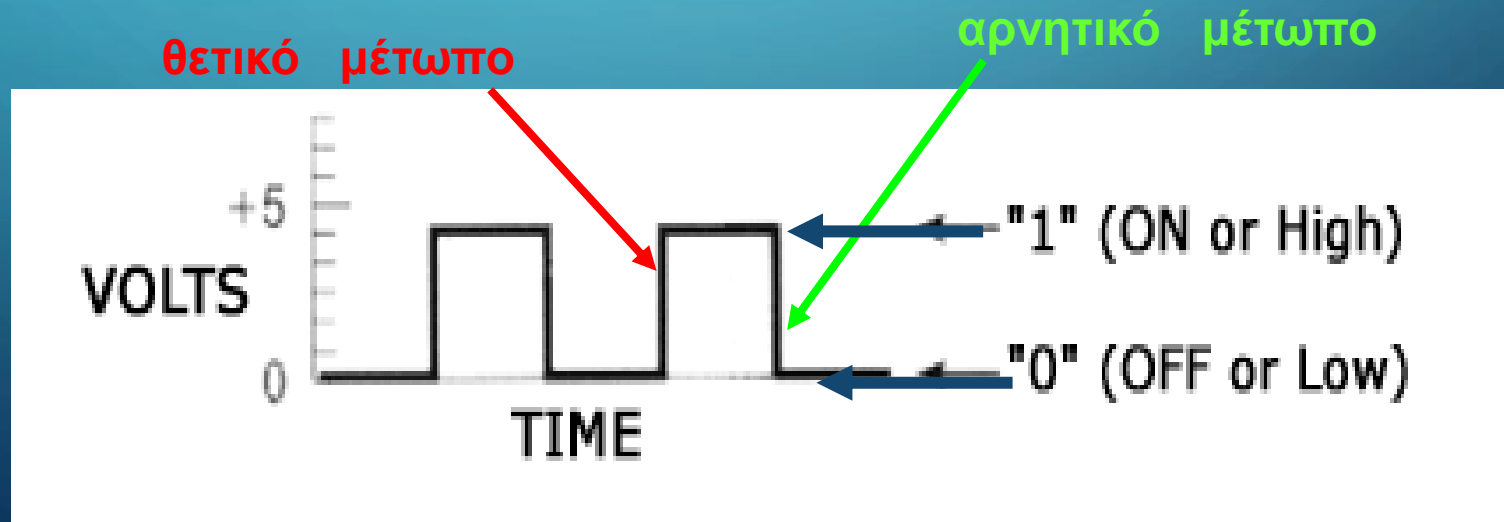
- **Ασύγχρονα** ή μη χρονιζόμενα FFs (Latches):
Λειτουργούν χωρίς ωρολογιακούς παλμούς χρονισμού και οι έξοδοι τους αλλάζουν σχεδόν ταυτόχρονα με τις αλλαγές των εισόδων τους.
- **Σύγχρονα** ή χρονιζόμενα FFs: Ο χρόνος λειτουργίας τους καθορίζεται από ωρολογιακούς παλμούς.



Ωρολογιακοί Παλμοί (Clock Pulses ή Clock)

Κάθε περίοδος των ωρολογιακών παλμών έχει 4 διαφορετικές καταστάσεις:

- (α) **Χαμηλού** επιπέδου ή λογικού 0, (Low),
- (β) **Ψηλού** επιπέδου ή λογικού 1 (High).
- (γ) Μεταβολής των παλμών από το χαμηλό επίπεδο στο ψηλό δηλαδή από 0 σε 1 (**θετικό μέτωπο** ή θετική αιχμή των παλμών).
- (δ) Μεταβολής των παλμών από το ψηλό επίπεδο στο χαμηλό δηλαδή από το 1 στο 0 (**αρνητικό μέτωπο** ή αρνητική αιχμή των παλμών).



Ωρολογιακοί Παλμοί (Clock Pulses ή Clock)

Τα **σύγχρονα FFs** μπορούν να συγχρονίζονται και να αλλάζουν κατάσταση σε μια από τις προαναφερόμενες τέσσερις καταστάσεις των ωρολογιακών παλμών.

Το **FF** έχει **στατική είσοδο χρονισμού** όταν λειτουργεί στο ψηλό ή χαμηλό επίπεδο των παλμών χρονισμού.

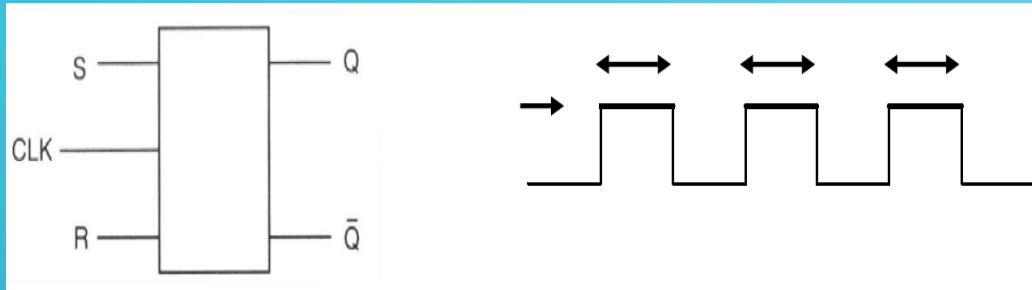
Το **FF** **λειτουργεί δυναμικά** όταν διεγείρεται στο αρνητικό ή θετικό μέτωπο χρονισμού.

Κύρια - Εξαρτημένα Φλιπ - Φλοπ (Master - Slave FFs):

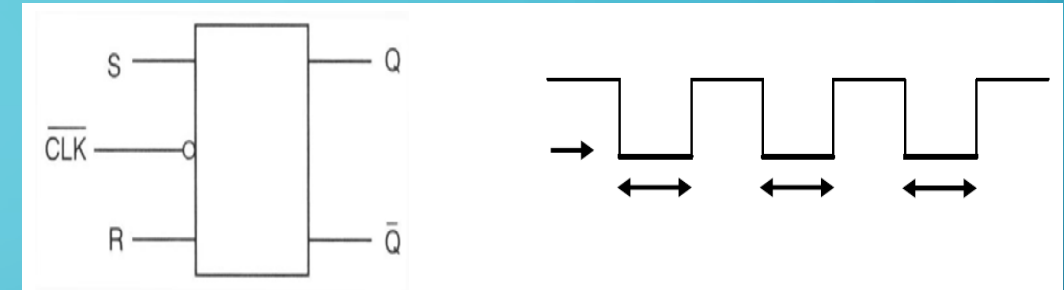
Εσωτερικά είναι δύο **FFs** από τα οποία το ένα λειτουργεί στο θετικό και το άλλο στο αρνητικό μέτωπο των παλμών χρονισμού.

Είδη σύγχρονων **FFs**: **SR - FF** , **D - FF**, **JK - FF**, **T - FF** .

Στατική λειτουργία FFs

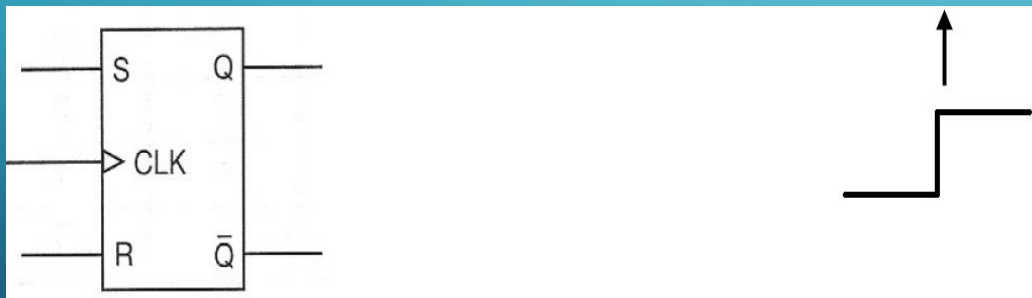


**ΨΗΛΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΩΡΟΛΟΓΙΑΚΩΝ ΠΑΛΜΩΝ
(ACTIVE HIGH)**

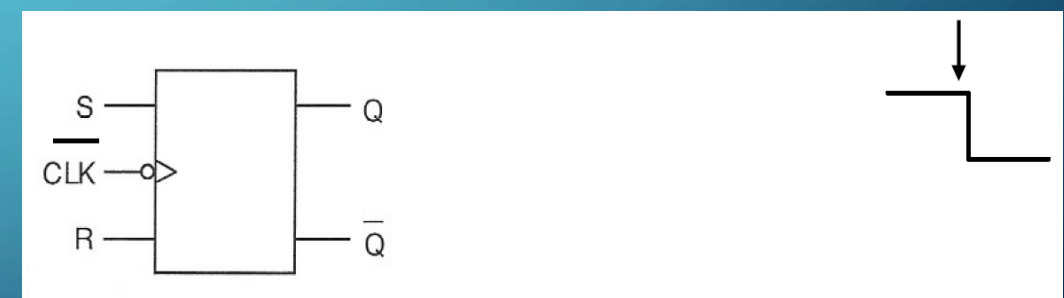


**ΧΑΜΗΛΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΩΡΟΛΟΓΙΑΚΩΝ
ΠΑΛΜΩΝ (ACTIVE LOW)**

Δυναμική λειτουργία FFs



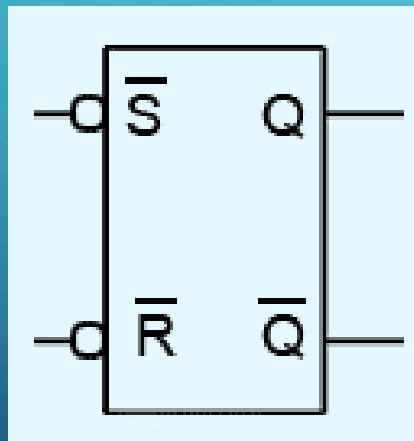
**ΘΕΤΙΚΟ ΜΕΤΩΠΟ ΩΡΟΛΟΓΙΑΚΩΝ ΠΑΛΜΩΝ
(POSITIVE EDGE TRIGGERED)**



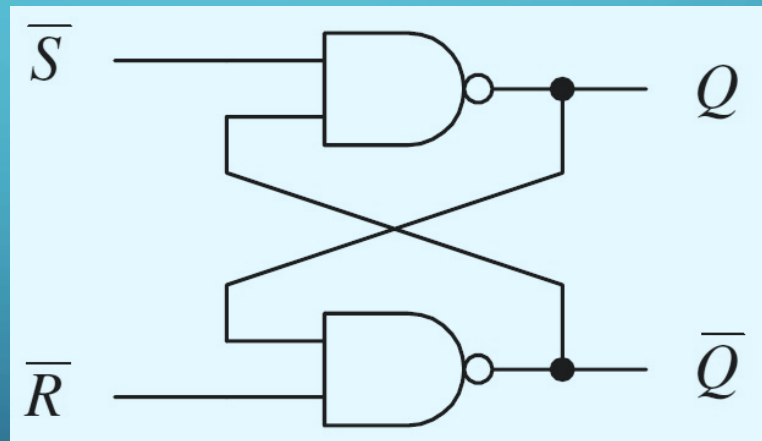
**ΑΡΝΗΤΙΚΟ ΜΕΤΩΠΟ ΩΡΟΛΟΓΙΑΚΩΝ
ΠΑΛΜΩΝ
(NEGATIVE EDGE TRIGGERED)**

Ασύγχρονα FFs - SR NAND FF

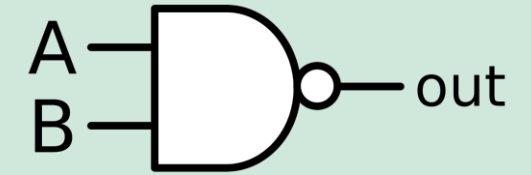
- Το NAND - FF είναι ακολουθιακό κύκλωμα.
- Έχει δύο εισόδους S (Set), R(Reset)
- Ενεργοποιείται στο λογικό 0 – active low)
- Έχει δύο συμπληρωματικές μεταξύ τους εξόδους \bar{Q}



Σύμβολο

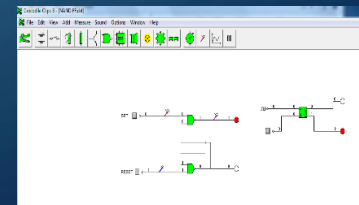
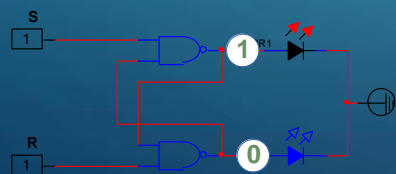
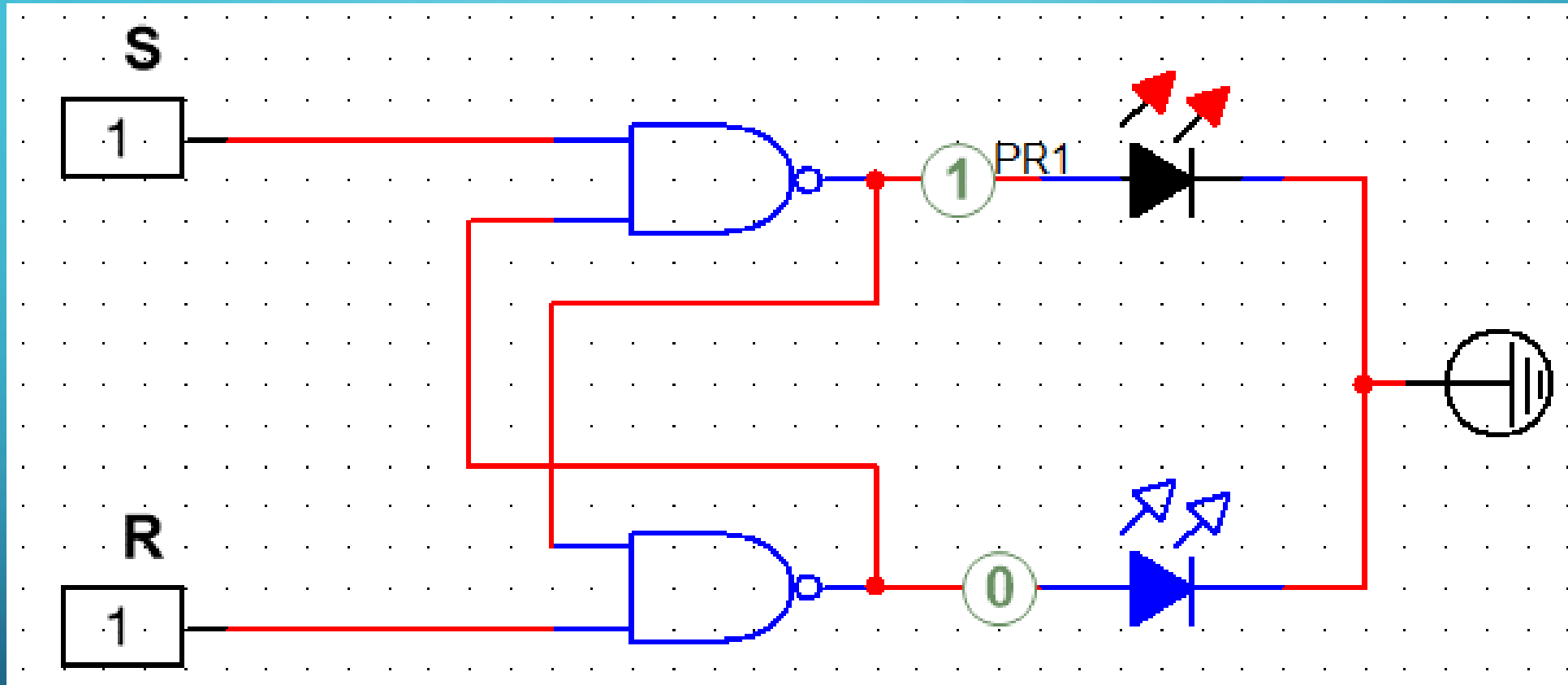


Λογικό κύκλωμα



A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Ασύγχρονα FFs - SR NAND FF

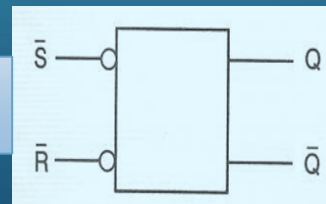


Ασύγχρονα FFs - SR NAND FF

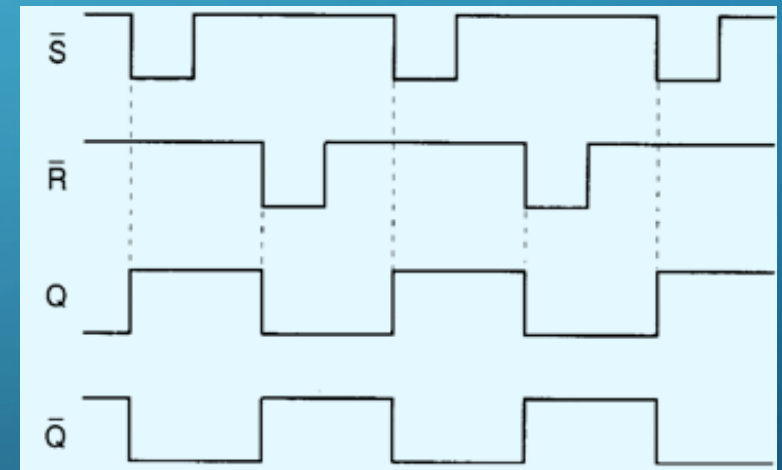
Πίνακας αληθείας

Είσοδοι		Έξοδοι		
\bar{S}	\bar{R}	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}	Κατάσταση
0	0	1	1	Απαγορευμένη
0	1	1	0	SET
1	0	0	1	RESET
1	1	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY

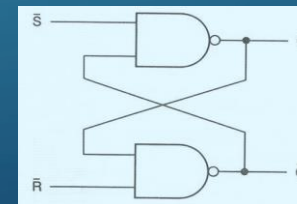
Σύμβολο



Χρονικά διαγράμματα



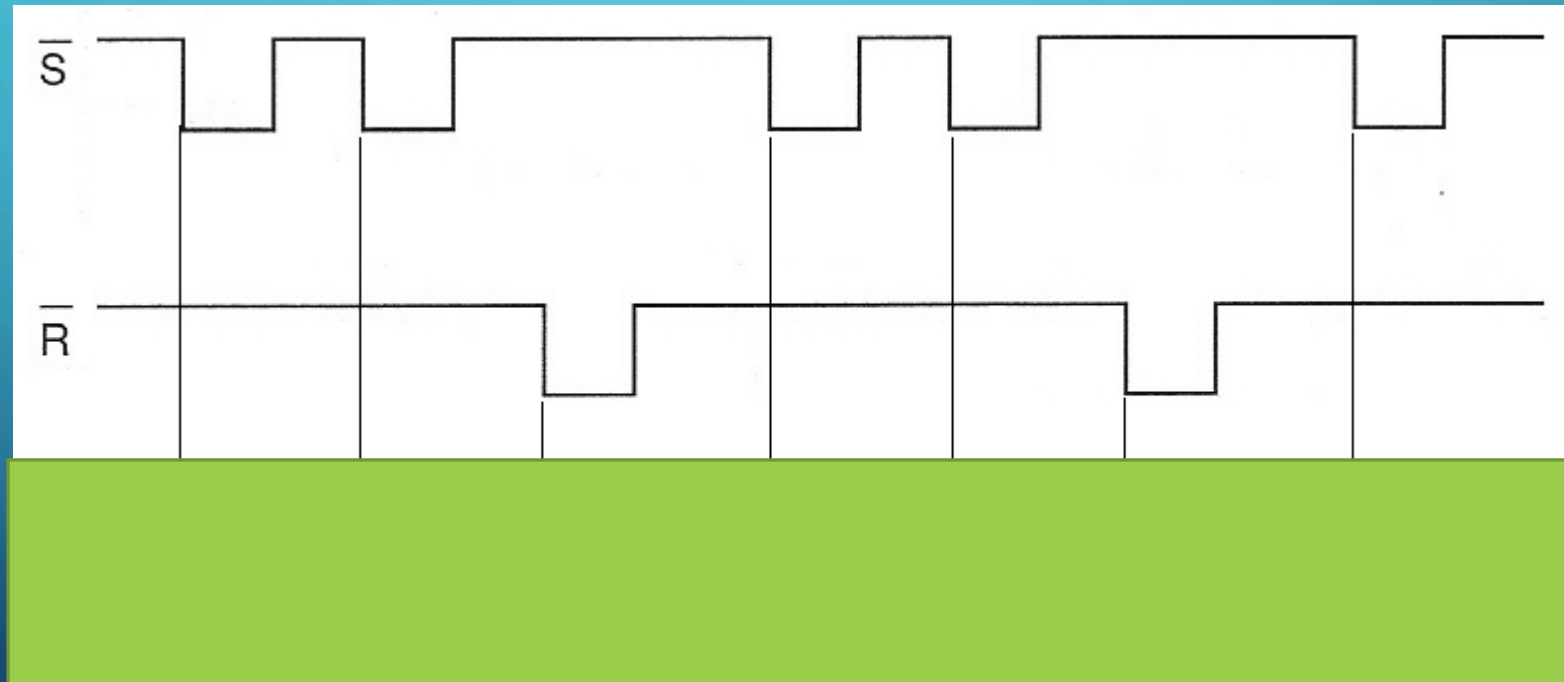
Κύκλωμα



Άσκηση 1 NAND FF

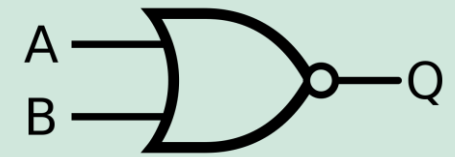
Σχεδιάστε τα χρονικά διαγράμματα των δύο εξόδων του NAND Φλιπ Φλοπ.
Σημείωση: Αρχικά το Φλιπ Φλοπ βρίσκεται σε κατάσταση **RESET (Μηδενισμού)**. Για κάθε περίπτωση να γράψετε την κατάσταση των εξόδων του Φλιπ Φλοπ.

Αρχικά $Q : \dots\dots\dots 0$ $\bar{Q} : \dots\dots\dots 1$

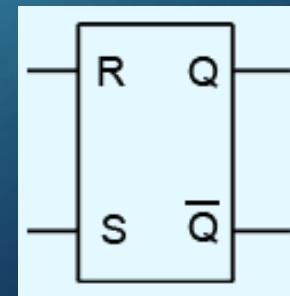
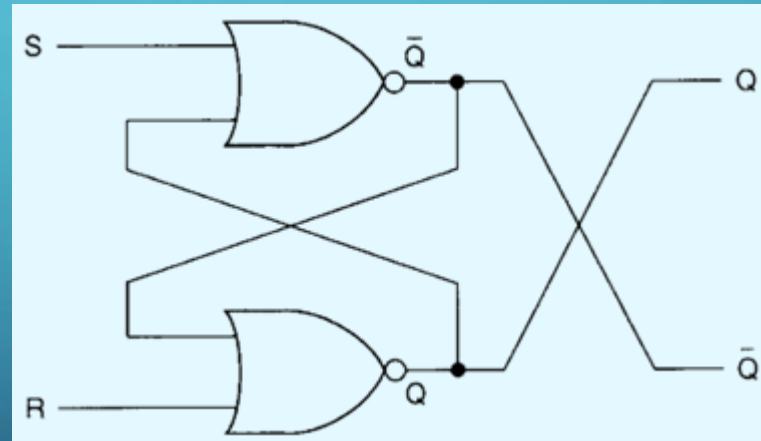
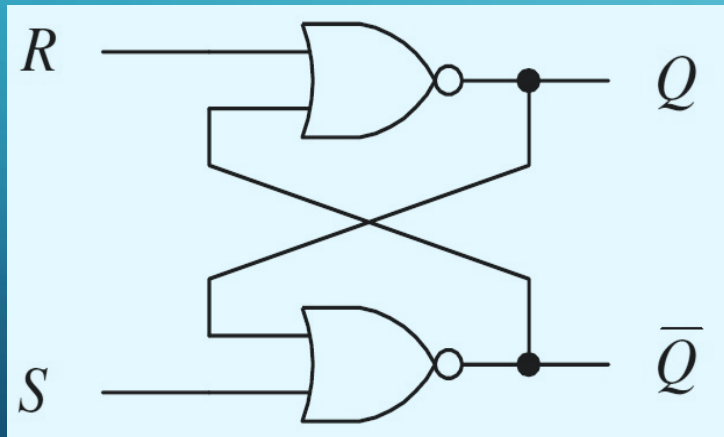


Ασύγχρονα FFs - SR NOR FF

- Το NOR - FF είναι ακολουθιακό κύκλωμα.
- Έχει δύο εισόδους S (Set) , R(Reset)
- Ενεργοποιείται στο λογικό 1 – active High)
- Έχει δύο συμπληρωματικές μεταξύ τους εξόδους Q, \bar{Q} .



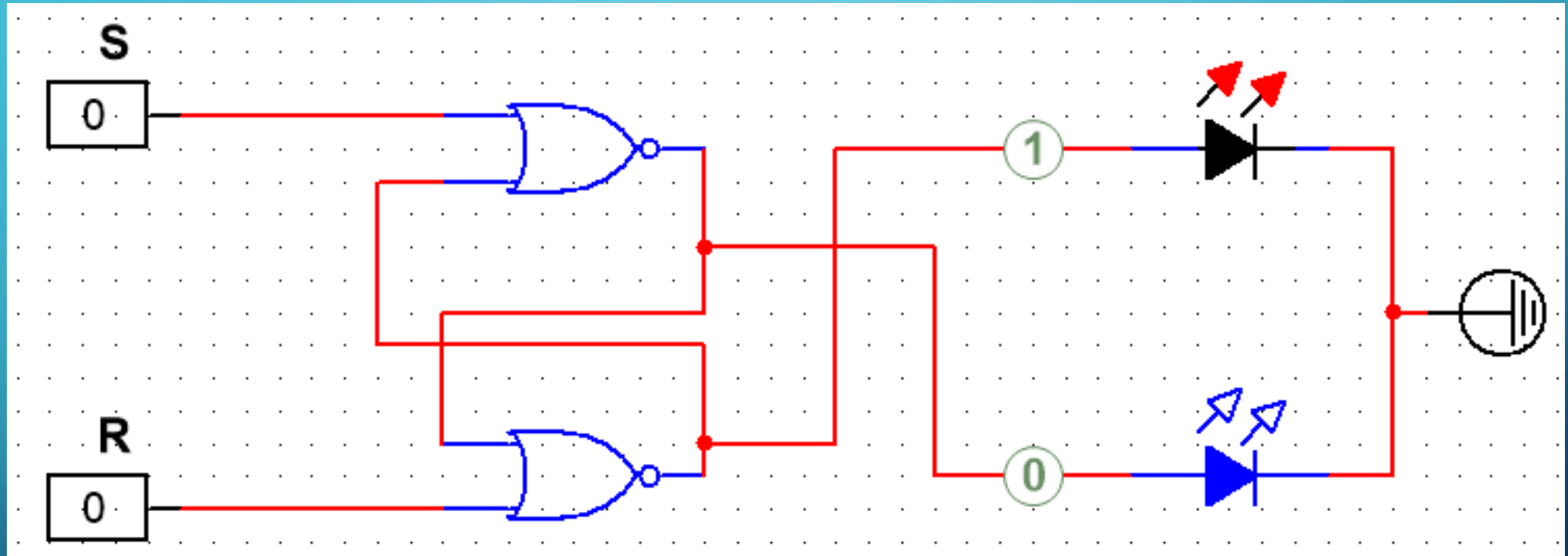
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



Λογικό κύκλωμα

Σύμβολο

Asúγγχρωνα FFs - SR NOR FF



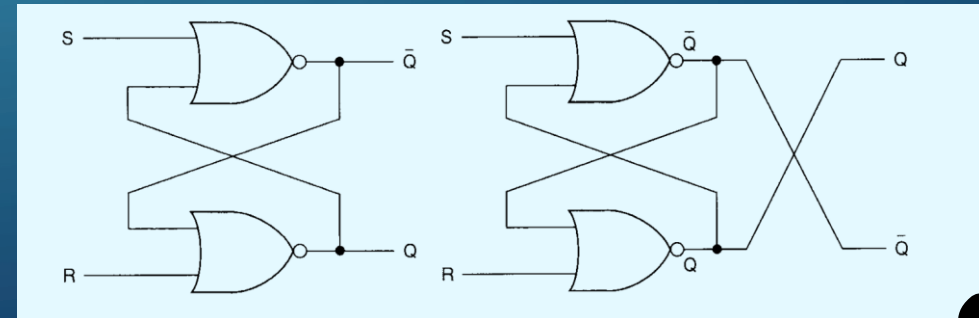
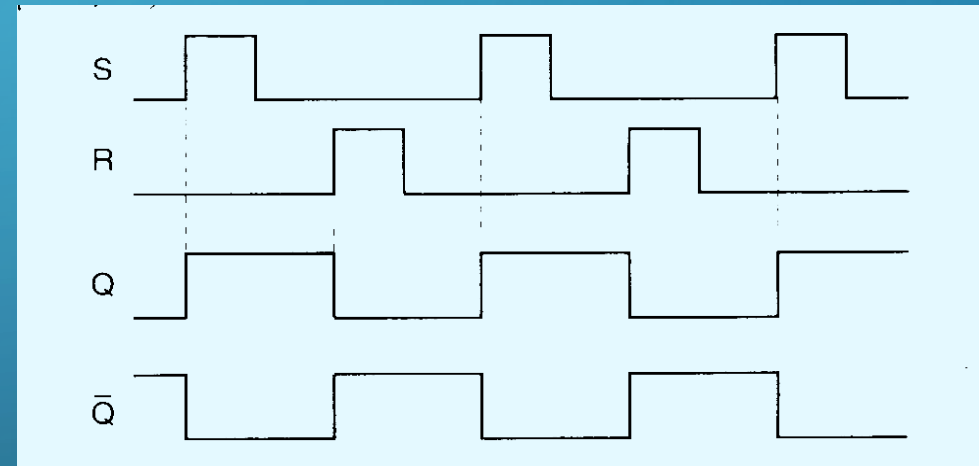
Ασύγχρονα FFs - SR NOR FF

Πίνακας αληθείας

Είσοδοι		Έξοδοι		
S	R	Q_{n+1}	\overline{Q}_{n+1}	Κατάσταση
0	0	Q_n	\overline{Q}_n	MEMORY
0	1	0	1	RESET
1	0	1	0	SET
1	1	0	0	Απαγορευμένη



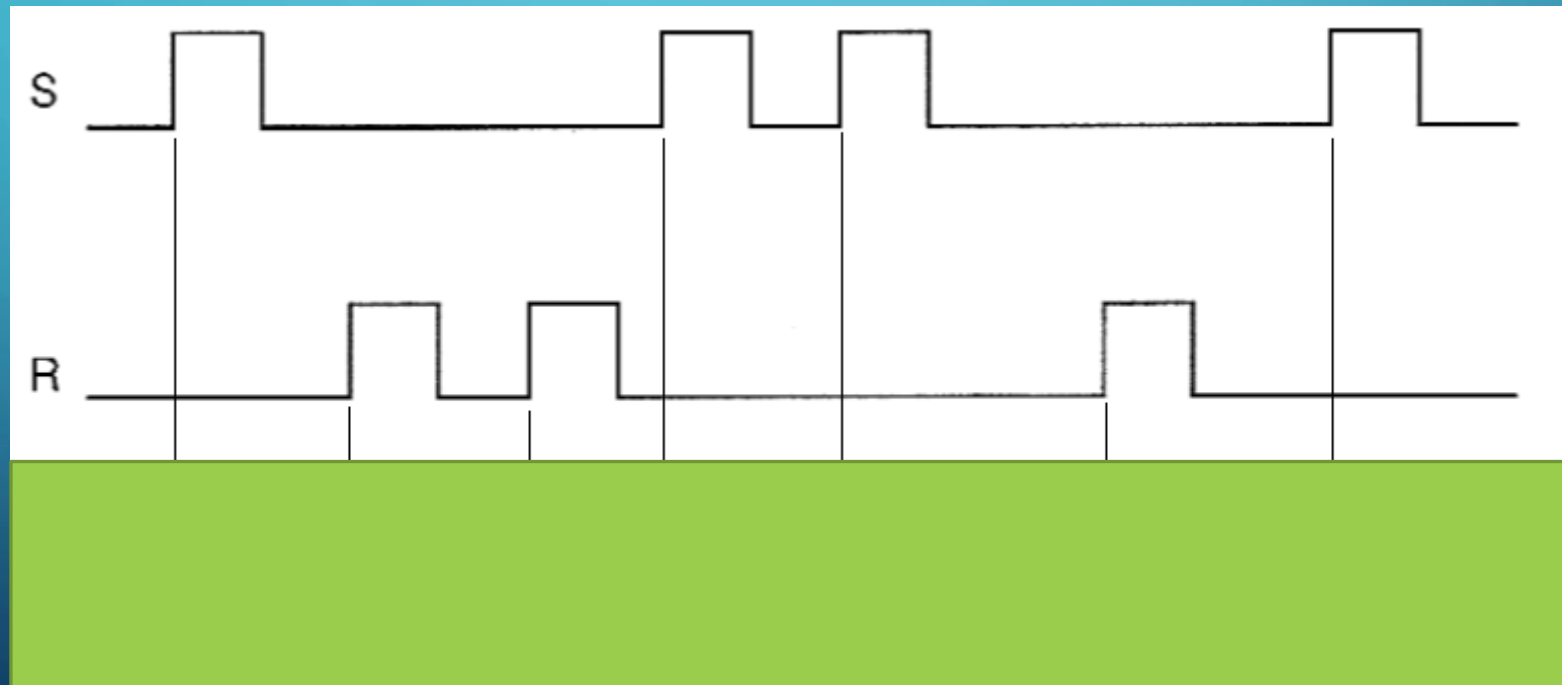
Χρονικά διαγράμματα



Άσκηση 2 NOR FF

Σχεδιάστε τα χρονικά διαγράμματα των δύο εξόδων του NOR Φλιπ Φλοπ.
Σημείωση: Αρχικά το Φλιπ Φλοπ βρίσκεται σε κατάσταση **RESET (Μηδενισμού)**. Για κάθε περίπτωση να γράψετε την κατάσταση των εξόδων του Φλιπ Φλοπ.

Αρχικά $Q : \dots 0 \dots$ $\bar{Q} : \dots 1 \dots$

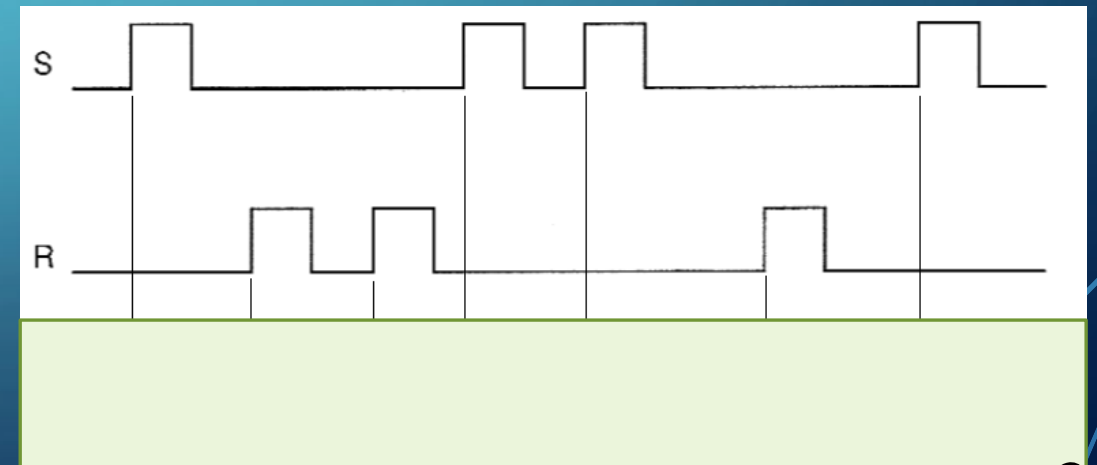
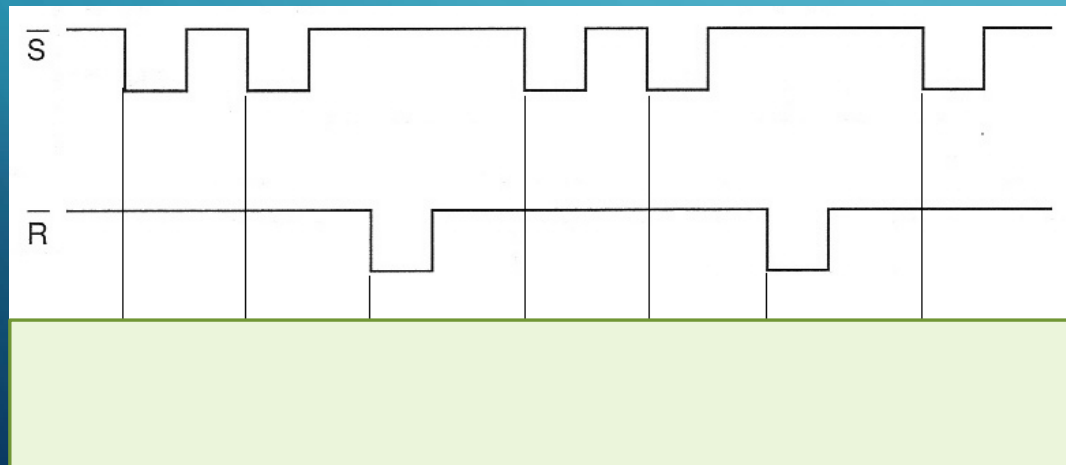


Τι θυμάστε;

Συμπληρώστε τους πίνακες αληθείας και τα χρονικά διαγράμματα εξόδου για ένα NAND και ένα NOR Φλιπ φλοπ

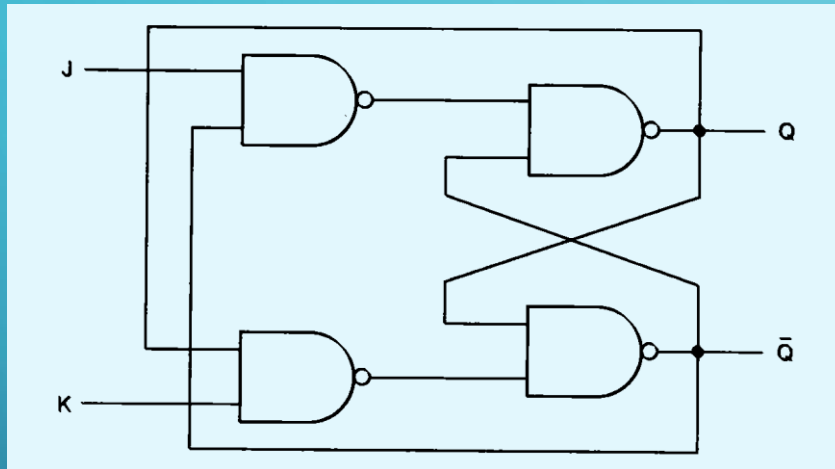
Είσοδοι		Έξοδοι		

Είσοδοι		Έξοδοι		



Ασύγχρονο JK - FF

Λογικό κύκλωμα και πίνακας αληθείας ασύγχρονου JK-FF με πύλες NAND



Είσοδοι		Έξοδοι		
J	K	Q_{n+1}	\overline{Q}_{n+1}	Κατάσταση
0	0	Q_n	\overline{Q}_n	MEMORY
0	1	0	1	RESET
1	0	1	0	SET
1	1	\overline{Q}_n	Q_n	TOGGLE

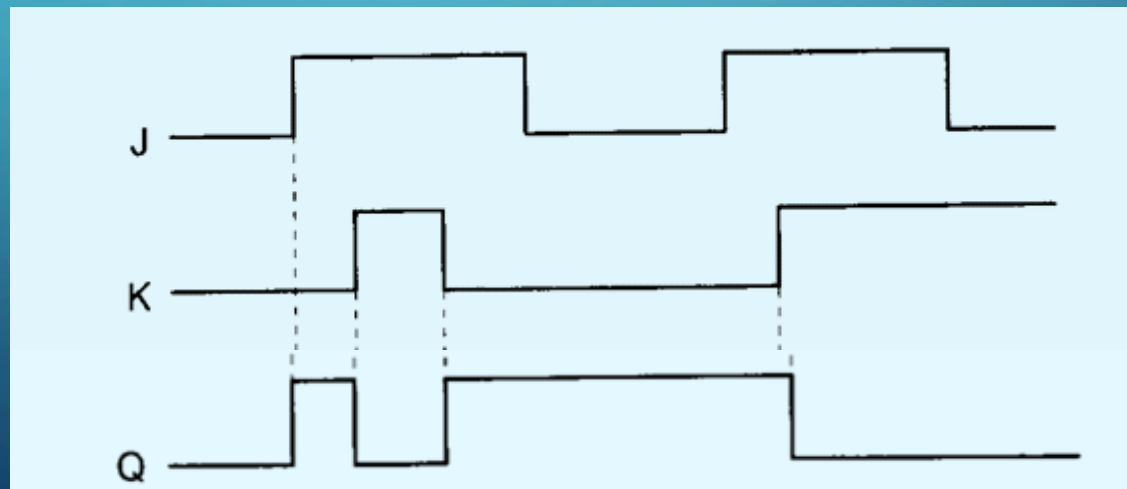
Σύγκριση JK-FF με SR-FF

Η είσοδος $J \rightarrow S$ και η είσοδος $K \rightarrow R$.

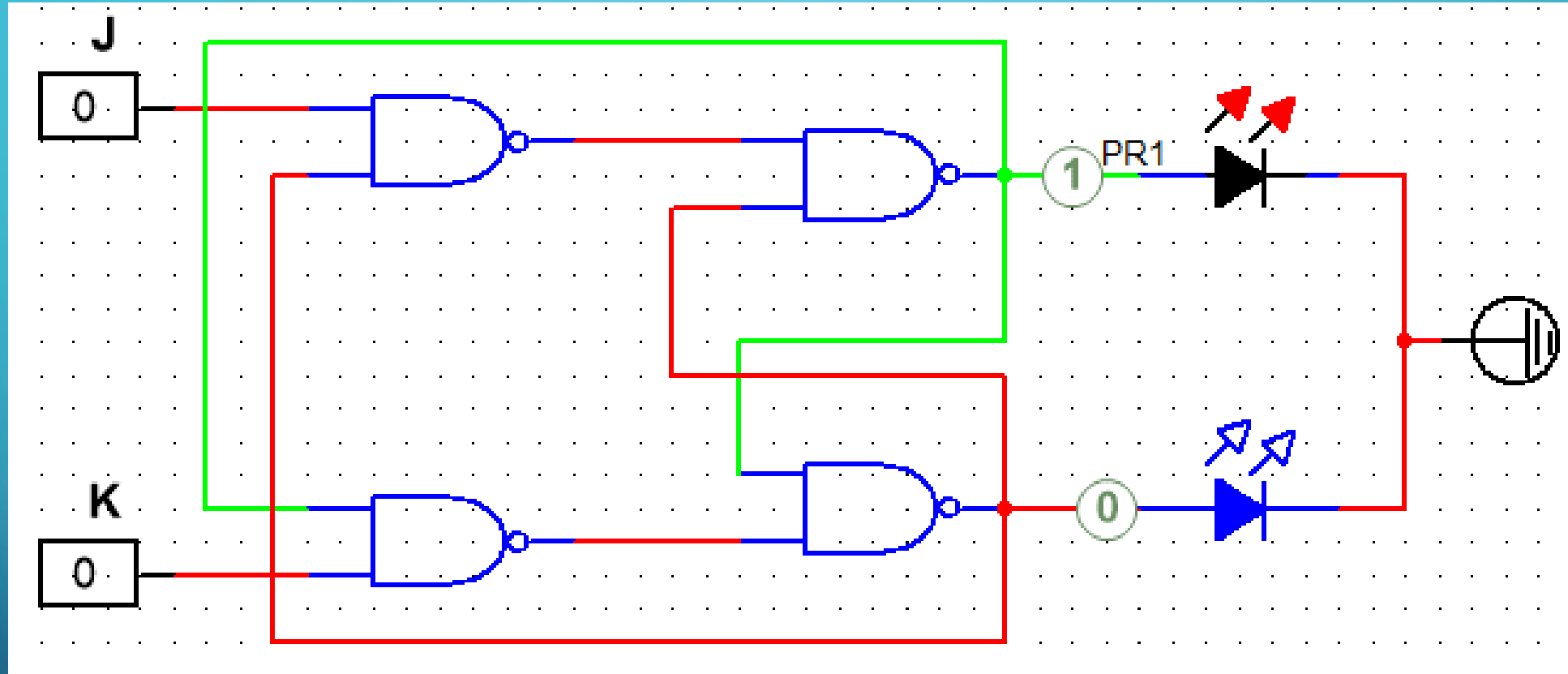
Το JK-FF δεν έχει την απαγορευμένη κατάσταση αλλά όταν $J=K=1$ τότε οι έξοδοι του FF αλλάζουν κατάσταση (από "0" σε "1" και αντιστρόφως) Η κατάσταση αυτή ονομάζεται **εναλλαγή (TOGGLE)**.

Παράδειγμα :

- Δίνονται τα χρονικά διαγράμματα των εισόδων J και K ενός ασύγχρονου FF και ζητείτε να σχεδιάσετε το χρονικό διάγραμμα της εξόδου Q. Η αρχική κατάσταση του FF είναι η RESET.

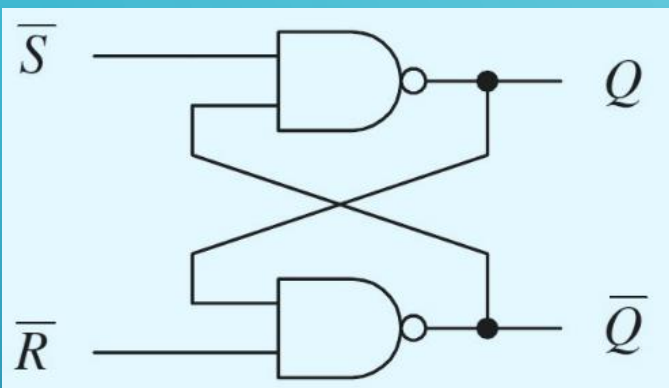
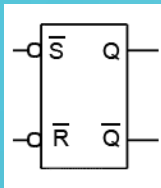


Ασύγχρονο JK-FF



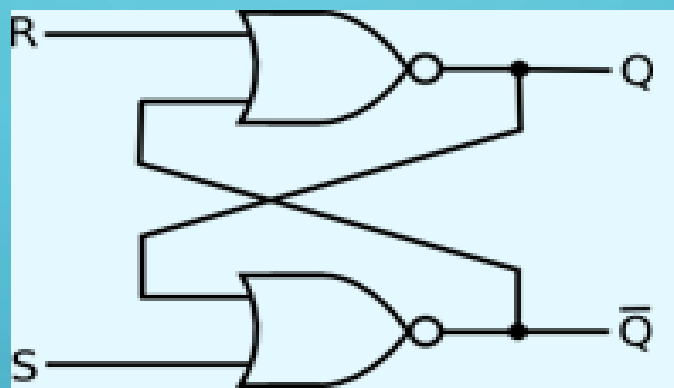
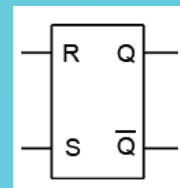
ΜΗ ΧΡΟΝΙΖΟΜΕΝΑ ΦΛΙΠ - ΦΛΟΠΣ

SR-NAND



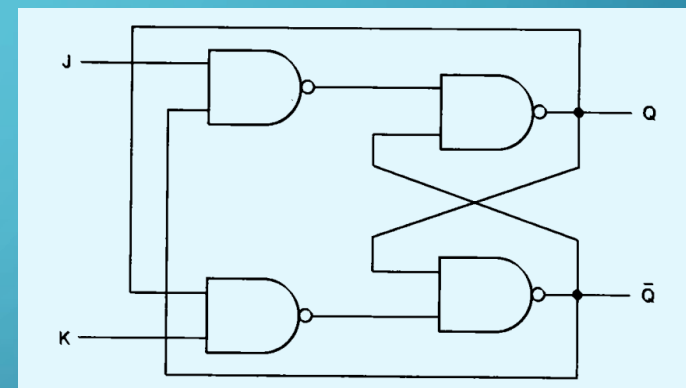
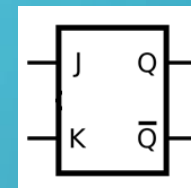
Είσοδοι		Έξοδοι		
\bar{S}	\bar{R}	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}	Κατάσταση
0	0	1	1	Απαγορευμένη
0	1	1	0	SET
1	0	0	1	RESET
1	1	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY

SR-NOR



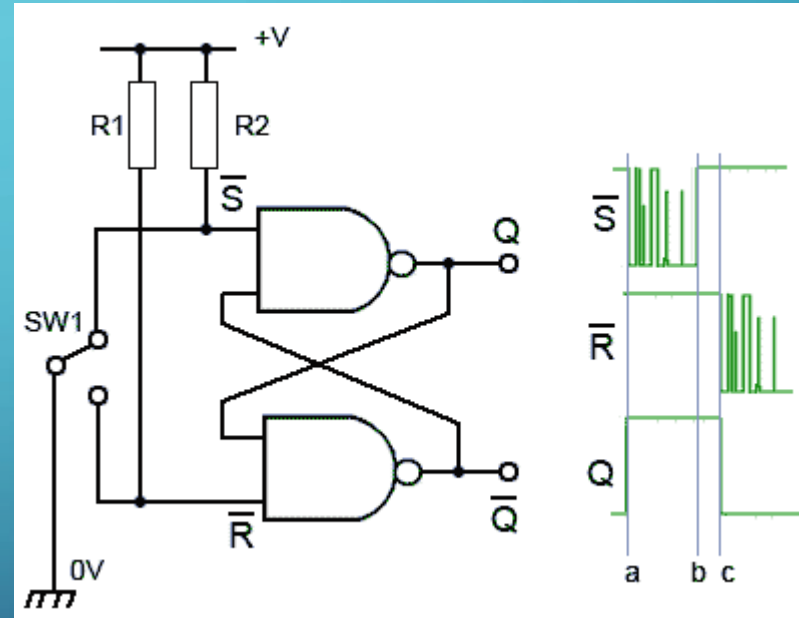
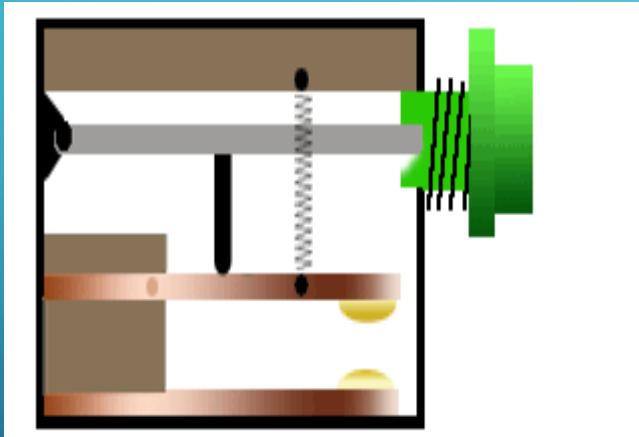
Είσοδοι		Έξοδοι		
S	R	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}	Κατάσταση
0	0	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY
0	1	0	1	RESET
1	0	1	0	SET
1	1	0	0	Απαγορευμένη

JK



Είσοδοι		Έξοδοι		
J	K	Q_{n+1}	\bar{Q}_{n+1}	Κατάσταση
0	0	Q_n	\bar{Q}_n	MEMORY
0	1	0	1	RESET
1	0	1	0	SET
1	1	\bar{Q}_n	Q_n	TOGGLE

ΧΡΗΣΗ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΦΛΙΠ ΦΛΟΠ



Διάλειμμα

